

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-297695

(43)Date of publication of application : 10.11.1995

(51)Int.Cl.

H03K 17/00

H02M 1/00

H03K 17/08

(21)Application number : 06-090396

(71)Applicant : FUJI ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 28.04.1994

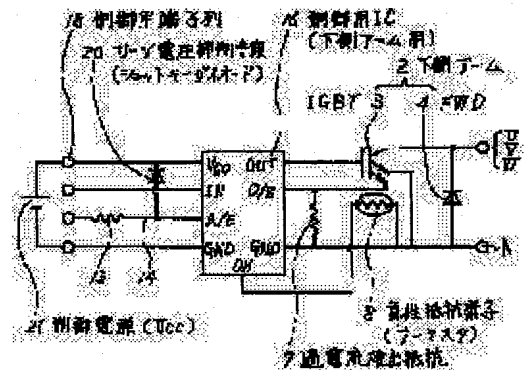
(72)Inventor : YAMAGUCHI KOJI

## (54) SEMICONDUCTOR DEVICE

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide a semiconductor device provided with an overheat protecting function which does not perform malfunction by high positive  $dv/dt$  generated at the time of the reverse recovery of an FWD.

**CONSTITUTION:** This semiconductor device is composed of an intelligent power module for which the parallel circuit of an IGBT 3 and the FWD 4 is bridge-connected and an IC 16 for control mounted with the driving circuit of the lower side arm 2 is provided with an overcurrent protection circuit for detecting the overcurrent of the IGBT 3 by the detection resistor 7 and an overheat protection circuit for detecting the overheat of the IGBT 3 by a thermistor 8. As a surge voltage suppression means for suppressing a surge voltage generated at the common output terminal A/E of alarm signals by the high positive  $dv/dt$  generated at the time of the reverse recovery of the FWD 4, a unidirectional yield diode (Schottky diode) 20 with low forward voltage decline connected between terminals with a direction from the common output terminal A/E of the alarm signals towards the input terminal Vcc of a control power source 21 as a forward direction is provided for instance.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-297695

(43) 公開日 平成7年(1995)11月10日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 3 K 17/00	A	9184-5 J		
H 0 2 M 1/00	C			
H 0 3 K 17/08	A	9184-5 J		

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平6-90396

(22) 出願日 平成6年(1994)4月28日

(71) 出願人 000005234

富士電機株式会社

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

(72) 発明者 山口 厚司

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

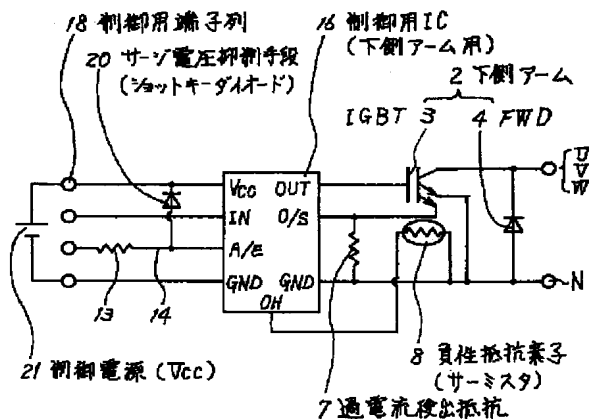
(74) 代理人 弁理士 山口 巖

(54) 【発明の名称】 半導体装置

(57) 【要約】

【目的】 FWDの逆回復時に発生する高プラス  $dv/dt$  により誤動作しない過熱保護機能を備えた半導体装置を提供する。

【構成】 半導体装置が IGBT 3 および FWD 4 の並列回路をブリッジ結線したインテリジェントパワーモジュールからなり、その下側アーム 2 の駆動回路を搭載した制御用 IC 16 が、 IGBT 3 の過電流をその検出抵抗 7 で検出する過電流保護回路、および IGBT 3 の過熱をサーミスタ 8 で検出する過熱保護回路を備えたものにおいて、 FWD 4 の逆回復時に発生する高プラス  $dv/dt$  によりアラーム信号の共通出力端子 A/E に発生するサージ電圧を抑制するサージ電圧抑制手段として、例えばアラーム信号の共通出力端子 A/E から制御電源 21 の入力端子 Vcc に向かう方向を順方向として端子間に接続された順電圧降下の低い一方向性降伏ダイオード (ショットキーダイオード) 20 を備える。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】スイッチング素子としてのIGBTを搭載した複数のパワー基板部と、その駆動回路を搭載した制御用ICとが方形容器に収納され、各相一對のIGBTが直流ライン間にアーム接続されて直流端子および交流端子が前記方形容器の枠状部分に配列されるとともに、制御用ICがIGBTの過電流および短絡電流検出信号の入力端子、IGBT側に配された負性抵抗素子による過熱検出信号の入力端子と、駆動回路が過電流、短絡電流、または過熱を検出して発するアラーム信号の共通出力端子とを備えたものにおいて、IGBTのスイッチングに伴って共通出力端子に生ずる過熱アラーム信号の誤動作をサージ電圧の抑制によって阻止するサージ電圧抑制手段を制御用ICの共通出力端子側に設けてなることを特徴とする半導体装置。

【請求項2】サージ電圧抑制手段が制御用ICのアラーム信号の共通出力端子から制御電源電圧入力端子に向かう方向を順方向として接続された一方向性降伏ダイオードからなり、その順電圧降下が制御用IC内寄生ダイオードのそれ以下であることを特徴とする請求項1記載の半導体装置。

【請求項3】サージ電圧抑制手段が制御用ICのアラーム信号の共通出力端子とグラウンドライン端子との間に接続されたコンデンサからなり、その静電容量が0.6nF以上2nF以下であることを特徴とする請求項1記載の半導体装置。

【請求項4】サージ電圧抑制手段が制御用ICの共通出力端子と方形容器の枠状部分に配列された制御端子列とを結ぶ空中配線からなることを特徴とする請求項1記載の半導体装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、直流を入力として交流出力を得るVVVFインバータなどの電力変換用の半導体装置、ことに過電流保護機能、短絡保護機能、および過熱保護機能を有するインテリジェントパワーモジュールに関する。

## 【0002】

【従来の技術】図4は従来の半導体装置を三相電力変換器を例に簡略化して示す接続図、図5は従来の半導体装置を三相電力変換器を例に模式化して示す平面図、図6は従来の半導体装置を三相電力変換器を例に簡略化して示す接続図である。図1において、三相電力変換器の主回路は直流端子P-N間にアーム接続（三相ブリッジ結線）された各相1対のスイッチング素子としてのIGBT（ゲート絶縁型バイポーラトランジスタ）3と、そのコレクターエミッタ間に接続されたフリーホイーリングダイオード（FWD）4との並列回路からなり、上側アーム（1A、1B、1C）、および下側アーム（2A、2B、2C）で構成され、上下アームの間接続点から

交流出力端子U、V、Wが引き出される。また、上側アームのIGBTそれぞれのゲートには上側アーム駆動回路5A、5B、5Cが接続され、また下側アームのIGBTそれぞれのゲートには下側アーム駆動回路6A、6B、6Cが接続され、各駆動回路が図示しない駆動信号発生回路からの指令に基づいて各アームのIGBTをスイッチングすることにより、例えば交流負荷としての電動機の可変速度制御が行われる。

【0003】また、図5に示すように、半導体装置10はインテリジェントパワーモジュールとして構成され、その方形容器19内には上側アーム1A、1B、1Cを搭載したパワー基板部11A、11B、11C等11、下側アーム2A、2B、2Cを搭載したパワー基板部12A、12B、12C等12、および上側アームの駆動回路5A、5B、5Cを搭載した制御用IC15A、15B、15C、等15、下側アームの駆動回路6A、6B、6Cを搭載した制御用IC16A、16B、16C、等16とが収納され、方形容器19の枠状部分には直流端子列16、交流端子列17、および制御端子列18が配列され、例えば各基板部のプリント配線14により制御用IC15、16と制御端子列18との接続が行われるとともに、方形容器内にゲル状樹脂を充填して封止が行われる。

【0004】さらに、インテリジェントパワーモジュールとして構成される半導体装置10は図6に示すように、上側アーム1および下側アーム2がそれぞれIGBT3のセンス端子とエミッタとの間に接続された過電流検出抵抗7を備え、その検出電流値をO/S端子（過電流入力端子）-GND端子間に受けた上側アームの駆動回路5および下側アームの駆動回路6が、その内部に設けられた図示しない過電流保護回路および短絡電流保護回路により過電流または短絡電流の発生を判断してA/E端子（アラーム信号の共通出力端子）からアラーム信号を出力するよう構成される。さらにまた、下側アーム2側のIGBT3に近接して配された負性抵抗素子8（例えばサーミスタ）によりIGBT3の温度を監視し、その検出信号を過熱検出信号の入力端子O/Hに受けた下側アームの駆動回路6が、その内部に設けられた図示しない過熱保護回路によりIGBTの過熱を判断し、A/E端子（アラーム信号の共通出力端子）からアラーム信号を出力するよう構成される。

【0005】なお、過熱保護回路はサーミスタ8の抵抗値が温度の上昇に逆比例して低下することを利用して、抵抗値の低下を電圧低下に変換して基準電圧と比較し、検出電圧が基準電圧以下に低下したとき過熱が生じたものと判断してアラームを出力するよう構成され、アラームによってIGBTのスイッチング動作を停止させる過熱保護機能が得られるとともに、IGBTの温度が低下してその検出電圧が基準電圧を所定レベル上回ると保護機能が解除され、半導体装置が動作を再開できるようヒ

ステリシス特性を持たせるよう構成したものが知られている。また、A/E端子はプリント配線 14 によって制御端子列 18 の 1 つに接続されるが、その出力側にはホットカプラを設けて外部回路と電氣的に絶縁するとともに、プリント配線 14 には直列にホットカプラ内ダイオードに流れる電流の調節抵抗 13 が設けられる。

#### 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 上述のようにインテリジェントパワーモジュールとして構成された半導体装置 10 には、過電流保護機能、短絡電流保護機能、および過熱保護機能と、さらには制御電源電圧  $V_{cc}$  の異常保護機能が付加されてパワーモジュールの信頼性の向上が図られており、過電流保護機能が過熱保護機能より速く作動するよう過電流保護レベルおよび過熱保護レベルが設定されて 2 重保護を行うのが一般的である。ところが、定格交流出力の 1.125 倍の過電流を流して半導体装置の保護機能を評価したところ、過電流保護 (OCT リップ) が作動する前に過熱保護 (OHT リップ) が作動してしまうという異常が発見された。この異常動作の原因分析を行った結果、過電流保護レベルおよび過熱保護レベルの設定値そのものには異常が認められず、上下アームのフリーホイーリングダイオード (FWD) 4 の逆回復によって IGBT 3 に高いプラス  $d v / d t$  が印加されると、IGBT の温度がその過熱保護レベルに到達していないにも係わらず過熱を報知するアラームが出力されてしまう過熱保護回路の誤動作が発生することが判明した。

【0007】 この発明の目的は、FWD の逆回復時に発生する高プラス  $d v / d t$  により誤動作しない過熱保護機能を備えた半導体装置を提供することにある。

#### 【0008】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するために、この発明によれば、スイッチング素子としての IGBT を搭載した複数のパワー基板部と、その駆動回路を搭載した制御用 IC 基板とが方形容器に収納され、各相対の IGBT が直流ライン間にアーム接続されて直流端子および交流端子が前記方形容器の枠状部分に配列されるとともに、制御用 IC が IGBT の過電流および短絡電流検出信号の入力端子、IGBT 側に配された負性抵抗素子による過熱検出信号の入力端子と、駆動回路が過電流、短絡電流、または過熱を検出して発するアラーム信号の共通出力端子とを備えたものにおいて、IGBT のスイッチングに伴って共通出力端子に生ずる過熱アラーム信号の誤動作をサージ電圧の抑制によって阻止するサージ電圧抑制手段を制御用 IC の共通出力端子側に設けてなるものとする。

【0009】 サージ電圧抑制手段が制御用 IC のアラーム信号の共通出力端子から制御電源電圧入力端子に向かう方向を順方向として接続された一方向性降伏ダイオードからなり、その順電圧降下が制御用 IC 内寄生ダイオ

ードのそれ以下であると良い。サージ電圧抑制手段が制御用 IC のアラーム信号の共通出力端子とグラウンドライン端子との間に接続されたコンデンサからなり、その静電容量が 0.6 nF 以上 2 nF 以下であると良い。

【0010】 サージ電圧抑制手段が制御用 IC の共通出力端子と方形容器の枠状部分に配列された制御端子列とを結ぶ空中配線であると良い。

#### 【0011】

【作用】 この発明の構成は、過熱保護回路の誤動作の原因が、FWD の逆回復時の急峻な電流変化によってモジュール配線内に蓄積されたエネルギーが、パワー基板部のグラウンドから制御用 IC の電源グラウンドラインに流れ、これが制御端子列に接続されたプリント配線を介して A/E 端子側に電源電圧  $V_{cc}$  より高いサージ電圧として侵入するため、制御用 IC 内に逆向きの電流が瞬間的に流れて基準電圧を変化させるので、ヒステリシスの領域に入っている過熱保護回路が誤動作してアラームを出力することによるとの検討結果に基づいてなされたものであり、IGBT のスイッチングに伴って共通出力端子に生ずる過熱アラーム信号の誤動作をサージ電圧の抑制によって阻止するサージ電圧抑制手段を制御用 IC のアラーム信号の共通出力端子側に設けるよう構成したことにより、共通出力端子におけるサージ電圧レベルを低減し、過電圧サージにより制御用 IC 内に逆向きの電流が瞬間的に流れるのを阻止するので、制御用 IC 内の基準電圧の変化を抑制する機能が得られ、過熱保護回路の誤動作を防止することができる。

【0012】 例えば、サージ電圧抑制手段に制御用 IC のアラーム信号の共通出力端子から制御電源電圧入力端子に向かう方向を順方向として接続された一方向性降伏ダイオードを用い、その順電圧降下が制御用 IC 内寄生ダイオードのそれ以下とすれば、FWD の逆回復時にグラウンドラインを介してアラーム信号の共通出力端子に発生するサージ電圧およびこれに伴って制御用 IC 内駆動回路に生ずる基準電圧の変動を制御用 IC 内寄生ダイオードが導通しない範囲に抑制できるので、制御用 IC 基板内に逆向きの電流が流れるのを防ぎ、ヒステリシスの領域に入っている過熱保護回路が誤動作してアラームを出力することを回避する機能が得られる。

【0013】 例えば、サージ電圧抑制手段を制御用 IC のアラーム信号の共通出力端子とグラウンドライン端子との間に接続されたコンデンサとし、その静電容量を 0.6 nF 以上 2 nF 以下の範囲に設定すれば、FWD の逆回復時にグラウンドラインを介してアラーム信号の共通出力端子に侵入するサージ電圧をコンデンサが吸収し、サージ電圧によって制御用 IC 内駆動回路に生ずる基準電圧の変動を抑制するので、過熱保護回路の誤動作を防止する機能が得られる。

【0014】 例えば、サージ電圧抑制手段を制御用 IC の共通出力端子と方形容器の枠状部分に配列された制御

34A, 34B, 34C等34によって接続された点が従来技術と異なっている。また、空中配線34に直列接続されるホトカブラ内ダイオード電流の調整抵抗33は制御用IC16に面実装してもよく、空中配線と同様に空中で空中配線(リード線)に接続し、しかる後方形容器内に充填するゲル状樹脂中に埋設するよう構成してもよい。

【0021】上述の空中配線によるサージ電圧の抑制効果を検証するために、図1のようにA/E-Vcc端子間にショットキーダイオード20を有する半導体装置10に空中配線34を付加した半導体装置と、プリント配線(配線パターンとも呼ぶ)14を付加した半導体装置とを供試体として、パワー基板部の温度を監視しつつ交流出力電流を徐々に増加し、過熱保護回路の誤動作を過電流トリップが生ずる前に過熱アラームが発生するか否かによって判定した。その結果、プリント配線を付加した半導体装置ではパワー基板部の温度が95°Cに到達した時点で誤動作したのに対して、空中配線を付加した半導体装置ではパワー基板部の温度が115°Cに到達した時点でも誤動作せず、空中配線としてグラウンドラインとの静電的結合を疎にすることにより、サージ電圧の抑制効果が得られるとともに、ショットキーダイオードまたはコンデンサからなるサージ電圧抑制手段と組み合わせることにより、より安定化したサージ電圧の抑制効果が得られることが実証された。

#### 【0022】

【発明の効果】この発明は前述のように、IGBTのスイッチングに伴ってアラーム信号の共通出力端子に生ずる過熱アラーム信号の誤動作をサージ電圧の抑制によって阻止するサージ電圧抑制手段を制御用ICの共通出力端子側に設けるよう構成した。その結果、サージ電圧抑制手段を制御用ICのアラーム信号の共通出力端子から制御電源電圧入力端子に向かう方向を順方向として接続された一方向性降伏ダイオード、例えばショットキーダイオードで構成しても、また、制御用ICのアラーム信号の共通出力端子と接地端子との間に接続された静電容量が0.6nF以上2nF以下のコンデンサで構成しても、過電流トリップが生ずる前に過熱アラームが発生する過熱保護回路の誤動作を阻止することが可能となり、従って信頼性の高い過電流保護機能、短絡電流保護機能、および過熱保護機能を備えた半導体装置、ことにインテリジェントパワーモジュールを提供することができる。

【0023】また、下側アームの制御用ICのアラーム信号の共通出力端子と制御端子列との間を空中配線を用いて接続するよう構成してもサージ電圧抑制効果が得られ、これと前述のショットキーダイオードまたはコンデンサからなるサージ電圧抑制手段とを組み合わせること

により、より信頼性の高い過熱保護機能を有する半導体装置、ことにインテリジェントパワーモジュールを提供することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施例になる半導体装置を三相電力変換器を例に簡略化して示す要部の接続図

【図2】この発明の異なる実施例になる半導体装置を三相電力変換器を例に簡略化して示す要部の接続図

【図3】この発明の他の実施例になる半導体装置を三相電力変換器を例に模式化して示す平面図

【図4】従来の半導体装置を三相電力変換器を例に簡略化して示す接続図

【図5】従来の半導体装置を三相電力変換器を例に模式化して示す平面図

【図6】従来の半導体装置を三相電力変換器を例に簡略化して示す接続図

#### 【符号の説明】

- 1 上側アーム(1A, 1B, 1C)
- 2 下側アーム(2A, 2B, 2C)
- 3 スwitching素子(IGBT)
- 4 FWD
- 5 上側アームの駆動回路(5A, 5B, 5C)
- 6 下側アームの駆動回路(6A, 6B, 6C)
- 7 過電流検出抵抗
- 8 負性抵抗素子(サーミスタ)
- 10 半導体装置(インテリジェントパワーモジュール)
- 11 上側アームを搭載したパワー基板部
- 12 下側アームを搭載したパワー基板部
- 13 ダイオード電流の調整抵抗
- 14 プリント配線(配線パターン)
- 15 上側アームの駆動回路を搭載した制御用IC
- 16 下側アームの駆動回路を搭載した制御用IC
- 17 交流端子列
- 18 制御端子列
- 19 方形容器
- 20 サージ電圧抑制手段(ショットキーダイオード)
- 21 制御電源(Vcc)
- 30 サージ電圧抑制手段(コンデンサ)
- 33 ダイオード電流の調整抵抗
- 34 サージ電圧抑制手段(空中配線)
- Vcc 制御電源端子
- O/S 過電流信号入力端子
- OH 過熱検出信号入力端子
- A/E アラーム信号の共通出力端子
- GND グラウンドライン端子

【図6】

